

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗРЯДЫ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ATMOSPHERIC PRESSURE ELECTRICAL DISCHARGES AS WATER SOLUTIONS' CHEMICAL ACTIVATION TOOL

Шутов Д.А., Рыбкин В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, 153000,

Шереметевский пр., д.7., г. Иваново, Россия, e-mail: shutov@isuct.ru

В последние 20 лет опубликовано значительное число работ, посвященных исследованиям свойств различных разрядов атмосферного давления, горящих либо над поверхностью воды, либо в ней. Этот интерес обуславливается, как попытками разобраться в физикохимии разрядов, так и новыми возможностями, которые появляются для использования этих разрядов для решения целого ряда практических задач. Среди таких задач можно отметить биомедицинские приложения, источники возбуждения для атомно-эмиссионной спектроскопии, модификация поверхности полимерных материалов с целью изменения их поверхностных свойств или иммобилизации на ней других молекул, получение нано порошков катализаторов и полупроводниковых соединений, синтез фуллеренов, очистка сточных вод и газовых выбросов от органических соединений и др. Привлекательность плазменных систем заключается в том, что при их действии на воду в ней появляется широкий набор химически активных частиц, которые обладают как окислительными, так и восстановительными свойствами. Эти частицы образуются без использования каких-либо химических реагентов, а плазмообразующим газом может являться окружающий воздух. В докладе анализируются результаты экспериментальных исследований и моделирования физико-химических характеристик плазмы разрядов атмосферного давления различных типов, которые применяются для воздействия на водные растворы для инициирования в них различных химических процессов. Рассматриваются типичные конструкции реакторов. Приводятся данные о характеристиках источников питания, параметрах электронов, газовых температурах и концентрациях активных частиц в различных типах разрядов и плазмообразующих газов и их зависимости от внешних параметров разрядов. Описывается химический состав активных частиц, образующихся в воде. Обсуждаются возможные механизмы процессов образования и гибели частиц.

At last years a lot of properties investigations of atmospheric pressure electrical discharges in contact and in liquids were published. The interest of researches deals with both theoretical and applied aspects of plasma-liquid systems. The practical study includes bio- and medical application, atomic emission spectrometry, modification of the polymers surfaces, synthesis of metal catalysts Nan particles and semiconductor materials, water and gas purification, etc. The attractiveness of plasmas in and in contact with solutions is caused by the fact that under discharge action a large number of both oxidative and reducing active species are generated in liquid. The oxidative agents are primarily presented by OH radicals ($E^0=2.85$ V), O atoms ($E^0=2.42$ V), hydrogen peroxide molecules ($E^0=1.68$ V), ozone molecules ($E^0=1.51$ B) and HO₂ radicals ($E^0=1.70$ V). The reducing species are hydrogen molecules and atoms ($E^0=-2.3$ V), and solvated electrons ($E^0=-2.68$ V). In principle the active species formation doesn't require any chemicals additions and discharge in ambient air may be easily used. In this report the results of experimental research and plasma parameters modeling of several atmospheric pressure gas discharge plasma action for the chemical processes' initiation in liquid are analyzed. The typical plasma-liquid system constructions are observed. The data on power supplies, electron parameters, gas temperatures and active species concentrations both in plasma and in liquid phase depending on the discharge types, plasma-forming gases and discharge parameters are reviewed. Some possible mechanisms on the active species formation and loss are discussed.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ, проект № 3.1371.2017/ПЧ